

## Polovodičový usměrňovač

**Pomůcky:** Systém ISES, modul: voltmetr, jednocestný a dvoucestný usměrňovač na destičkách, sada rezistorů, digitální multimetr (např. M3900), 6 spojovacích vodičů, 2 krokosvorky, soubor: **usmer.imc**.

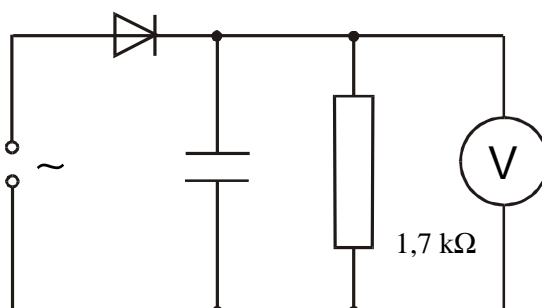
### Úkoly:

- 1) Zobrazení pulzního napětí na jednocestném usměrňovači, filtrace kondenzátory.
- 2) Zobrazení pulzního napětí na dvoucestném usměrňovači, filtrace kondenzátorem.
- 3) Zobrazení napětí při různé zátěži dvoucestného usměrňovače, zvlnění napětí.
- 4) Porovnání amplitudy napětí s napětím, které měří digitální voltmetr.

### Teorie:

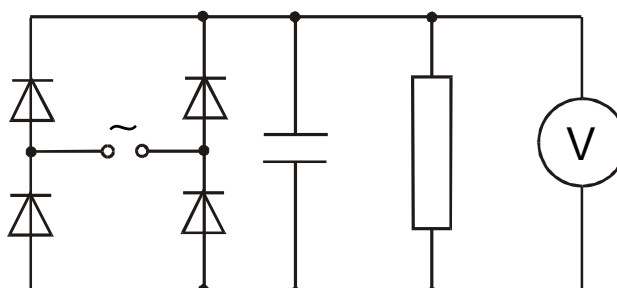
Jednocestný usměrňovač s jednou polovodičovou diodou (viz obr. 1) propouští proud jen v kladných „půlvlnách“. Na rezistoru naměříme voltmetrem ISES pulzující napětí. Jeho průběh se vyhladí zapojením jednoho, případně dvou filtračních kondenzátorů.

Obr. 1



Dvoucestný usměrňovač (Graetzův můstek – obr. 2) se čtyřmi diodami usměrňuje v každé půlvlně. Filtrační kondenzátor opět zmenší zvlnění napětí.

Obr. 2



Při zatížení usměrňovače odběrem většího proudu klesá výstupní napětí a roste jeho zvlnění. Zvlněním napětí  $\Delta U$  se míjí rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou.


*Nastavení: usmer.imc: čas 2 s, 1000 Hz, start automatický, kanál E sinus pulsy (0 V, 5 V, 5 Hz), panel č.1 – graf  $U=f(t)$  napětí  $U$  od  $-5$  V do  $+5$  V, panel č.2 - graf – výstupní napětí  $U=f(t)$  od  $-5$  V do  $+5$  V.*

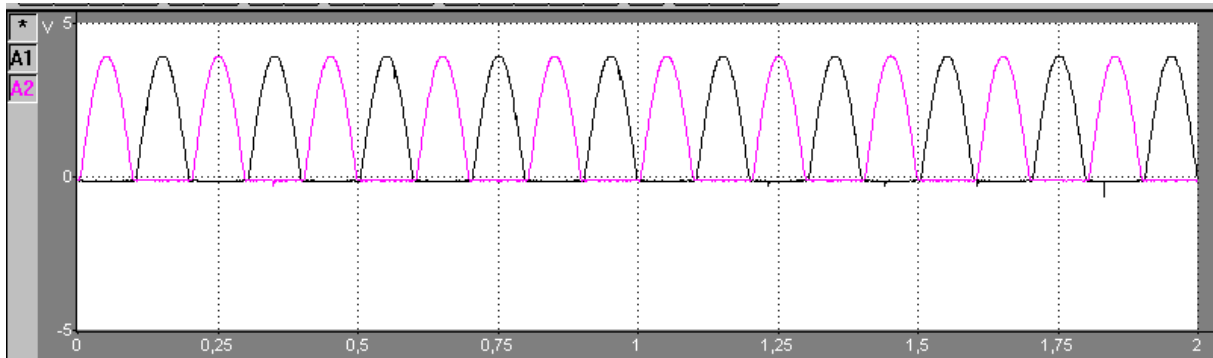
### Provedení:



**1. úkol:** Na modulu **voltmetr** nastavíme rozsah **10 V** s nulou uprostřed a zasuneme do **kanálu A**. Zapojíme obvod podle obr. 1, jako zdroj napětí použijeme výstupní **kanál E**.

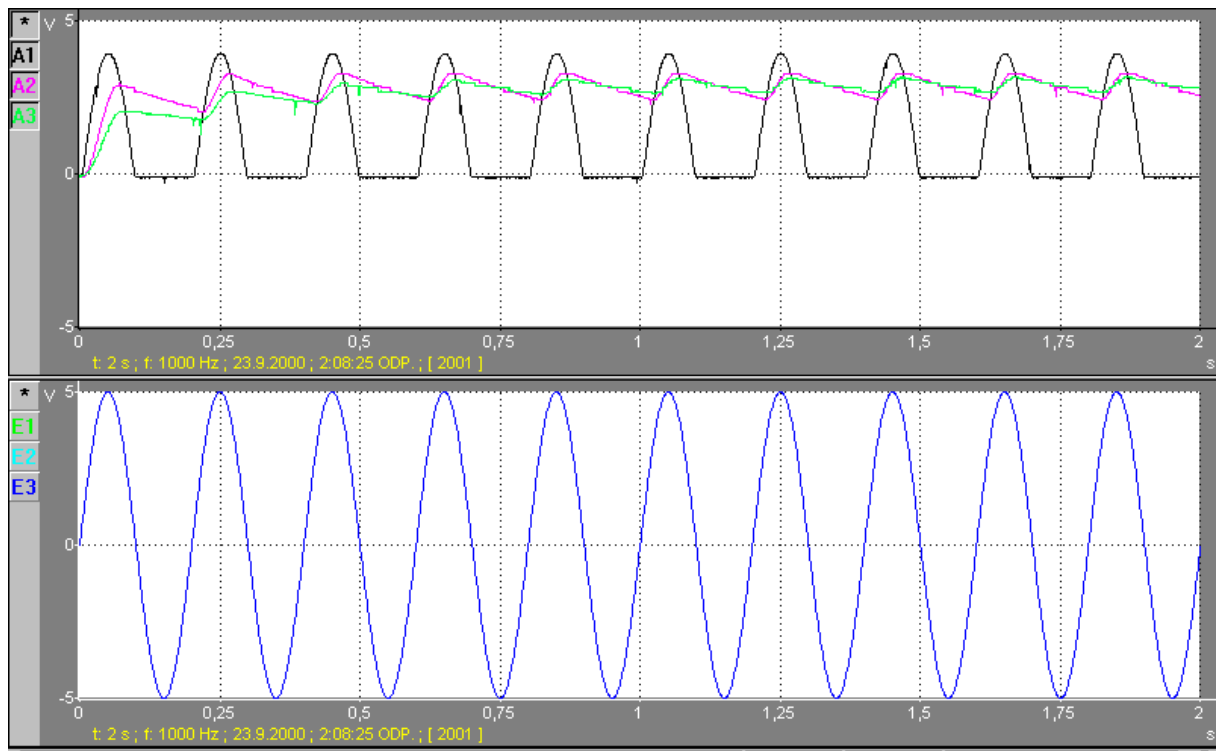
Učitelův počítač musí být spuštěný Poklepnutím na „Software G“ si zpřístupníme potřebný soubor a spustíme ISES. Založíme nový experiment a načteme do konfigurace „usmer.imc. **Požádáme vyučujícího o kontrolu zapojení!**

Úkolem je provést měření výstupního napětí na jednocestném usměrňovači nejprve bez filtračního kondenzátoru. Spustíme měření. V dolním okně je průběh vstupního napětí, které můžeme přesunout do horního okna. Uvidíme, že záporné půlvlny dioda nepropouští a kladné půlvlny jsou nižší o úbytek napětí na diodě. Červenými šipkami nahradíme experiment, znovu provedeme měření. Poté zaměníme


vodiče ve zdírkách zdroje a pomocí ikony „Přidat měření“  přidáme do stejného grafu další měření. Co se změnilo? Vysvětlete.



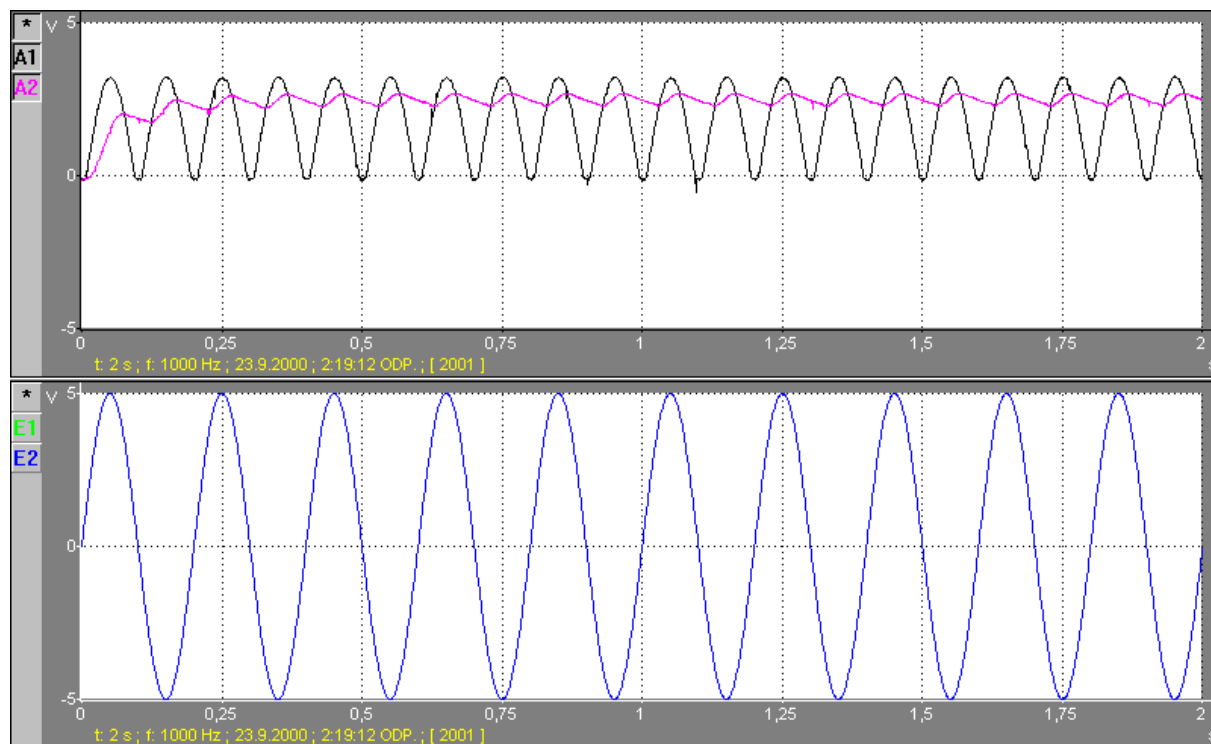
Provedeme „Nahrazení experimentu“ , spustíme měření a k němu „Přidání měření“  do stejného grafu s jedním filtračním kondenzátorem a se dvěma paralelně zapojenými filtračními kondenzátory. Výsledek měření by měl vypadat takto:



Lupou si zvětšíme část grafu u konce měření. Do tabulky č. 1 určíme maximální napětí  $U_m$  bez filtrace, maximální napětí  $U_{m1}$  s jedním filtračním kondenzátorem a maximální napětí  $U_{m2}$  se dvěma kondenzátory. Určíme zvlnění  $\Delta U_1$  a  $\Delta U_2$  a také relativní zvlnění  $\frac{\Delta U_1}{U_{m1}} \cdot 100\%$  a  $\frac{\Delta U_2}{U_{m2}} \cdot 100\%$ .

**2.,3. úkol:** Použijeme dvoucestný usměrňovač (obr. 2), ke kterému se postupně připojují různé zatěžovací rezistory. Úkolem je provést měření výstupního napětí nejprve bez filtračního kondenzátoru s externím rezistorem o odporu  $1 \text{ k}\Omega$ , (určíme  $U_m$ ). Pak přidáme  do stejného grafu průběh napětí

s filtračním kondenzátorem a rezistorem  $1\text{ k}\Omega$  (určíme  $U_{m1}$ ,  $\Delta U_I$  a  $\frac{\Delta U_I}{U_{m1}} \cdot 100\%$ ), rezistorem  $10\text{ k}\Omega$  a  $100\ \Omega$ . Do tabulky č. 2 určíme potřebné hodnoty.



**4. úkol:** Digitální multimetr přepneme na stejnosměrný voltmetr (DCV 20) a připojíme paralelně k voltmetru ISES. Externí bude  $1\text{ k}\Omega$ , filtraci odpojíme. Frekvenci výstupního napětí upravíme na  $50\text{ Hz}$  a dobu měření na  $5\text{ s}$ . Výstupní napětí dvoucestného usměrňovače bez filtračního kondenzátoru budeme tedy současně měřit voltmetrem ISES a digitálním voltmetrem. Do tabulky č. 3 budeme porovnávat napětí  $U_{DCV}$  z digitálního voltmetru s amplitudou napětí  $U_m$  měřenou z obrazovky a jejich poměr. Měření provedeme pro 7 různě nastavených hodnot napětí.

### Zkrácená verze

- Na modulu **voltmetr** nastavíme rozsah  $10\text{ V}$  s nulou uprostřed a zasuneme do **kanálu A**. Zapojíme obvod podle obr. 1, jako zdroj napětí použijeme výstupní **kanál E**
- Poklepáním na „Software G“ si zpřístupníme potřebný soubor a spustíme ISES.
- Založíme nový experiment a do konfigurace načteme. **usmer.imc** .
- **Požádáme vyučujícího o kontrolu zapojení !**
- Provedeme měření napětí na jednocestném usměrňovači bez filtrace a složíme oba grafy do jednoho. Nahradíme měření, zaměníme polaritu zdroje a do stejného grafu přidáme další měření. Posoudíme rozdíly.
- Určíme maximální napětí  $U_m$  bez filtrace, do tabulky č. 1. Maximální napětí  $U_{m1}$ ,  $U_{m2}$ , s jedním a se dvěma filtračními kondenzátory, zvlnění a relativní zvlnění.
- Zapojíme dvoucestný usměrňovač se zatěžovacím odporem  $1\text{ k}\Omega$  bez filtrace a určíme  $U_m$ .
- Připojíme filtrační kondenzátor a změříme amplitudu a zvlnění (tabulka č. 2) pro zatěžovací odpory  $1\text{ k}\Omega$ ,  $10\text{ k}\Omega$ ,  $100\ \Omega$ .
- Digitální voltmetr (rozsah  $20\text{ V}$  stejnosměrný) připojíme paralelně k voltmetru ISES.
- Frekvenci výstupního napětí upravíme na  $50\text{ Hz}$  a dobu měření na  $5\text{ s}$ .
- Provedeme měření na dvoucestném usměrňovači bez filtračního kondenzátoru.
- Do tabulky č. 3 zapisujeme napětí  $U_{DCV}$  z digitálního voltmetru a amplitudu napětí  $U_m$  měřenou z obrazovky. Nastavíme 7 různých hodnot napětí.

# Protokol

**Název:** Polovodičový usměrňovač

**Pomůcky:**

**Teorie:**

**Vypracování:**

1) Maximální napětí bez filtrace:  $U_m = \dots$  V

*Tabulka č. 1: Jednocestný usměrňovač s filtrací*

	$\frac{U_{mi}}{V}$	$\frac{\Delta U_i}{V}$	$\frac{\Delta U_i}{U_{mi}} \cdot 100\%$
1 filtr. kondenzátor	.....	.....	..
2 filtr. kondenzátory	.....	.....	..

2), 3)

Maximální napětí bez filtrace s odporem 1 k $\Omega$ :  $U_m = \dots$  V

*Tabulka č. 2: Dvoucestný usměrňovač s filtrací*

$\frac{R}{k\Omega}$	$\frac{U_{mi}}{V}$	$\frac{\Delta U_i}{V}$	$\frac{\Delta U_i}{U_{mi}} \cdot 100\%$
1	.....	.....	..
10	.....	.....	.
0,1	.....	.....	..

4) *Tabulka č. 3: Porovnání amplitudy dvoucestně usměrněného napětí bez filtrace se stejnosměrným digitálním multimetrem*

$\frac{U_m}{V}$	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
$\frac{U_{DCV}}{V}$	...	...	...	...	...	...	...
$\frac{U_{DCV}}{U_m}$	...	...	...	...	...	...	...

**Závěr:** Popíšeme a vysvětlíme, jak se změní výstupní napětí jednocestného usměrňovače při záměně polaroty zdroje. Okomentujeme amplitudu napětí a zvlnění při filtraci jedním (200  $\mu$ F) a dvěma (400  $\mu$ F) kondenzátory.

Okomentujeme amplitudu napětí a zvlnění, při filtraci dvoucestným usměrňovačem, v závislosti na zatěžovacím odporu.

Na základě tabulky č. 3 učiníme hypotézu o tom, jak vypočítat amplitudu dvoucestně usměrněného napětí bez filtrace ze znalosti napětí měřeného stejnosměrným digitálním voltmetrem.

